

Activated Raney metal fixed bed catalyst and process for preparing the same.

Patent number: EP0648534

Publication date: 1995-04-19

Inventor: SCHUETZ PETER (DE); BURMEISTER ROLAND DR (DE); DESPEYROUX BERTRAND DR (FR); MOESINGER HANS (DE); KRAUSE HELMFRIED (DE); DELLER KLAUS DR (DE)

Applicant: DEGUSSA (DE)

Classification:

- international: B01J25/00; B01J25/02

- european: B01J25/00, B01J37/00B

Application number: EP19940113926 19940906

Priority number(s): DE19934335360 19931016

Also published as:

US5536694 (A1)

JP7185352 (A)

DE4335360 (A1)

BR9404103 (A)

EP0648534 (B1)

Cited documents:

US3558365

EP0091027

DE2829901

JP51143585

Abstract of EP0648534

The invention relates to a moulded, activated fixed-bed Raney metal catalyst. The catalyst is obtained by moulding a powder of at least one catalyst alloy with a power of the pure catalyst metals with the addition of moulding aids and pore-forming materials and subsequent calcination at temperatures below 850 DEG C. During the calcination, the moulding aids and pore-forming materials burn. Alloy powder and metal powder sinter together in the course of this to give a mechanically stable and porous moulding. This moulding thus comprises the particles of the catalyst alloys which are bound by powder of the pure catalyst metals. It does not contain any catalytically inactive ceramic or vitreous binders. By leaching out the aluminium contained in the catalyst alloys using sodium hydroxide solution, the moulding is activated in a surface shell.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide





(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: 0 648 534 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 94113926.3

(51) Int. Cl.⁶: B01J 25/00, B01J 25/02

(22) Anmeldetag: 06.09.94

(30) Priorität: 16.10.93 DE 4335360

(71) Anmelder: Degussa Aktiengesellschaft
Weissfrauenstrasse 9
D-60311 Frankfurt (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.04.95 Patentblatt 95/16

(72) Erfinder: Schütz, Peter
Neue Strasse 15
D-63589 Linsengericht (DE)
Erfinder: Burmeister, Roland, Dr.
Ungenbachstrasse 3
D-63826 Geiselbach (DE)
Erfinder: Despeyroux, Bertrand, Dr.
7, Rue de la Raffière
F-78112 Fourqueux (FR)
Erfinder: Mössinger, Hans
Würzburger Strasse 8
D-63517 Rodenbach (DE)
Erfinder: Krause, Helmfried
Odenwaldstrasse 39
D-63517 Rodenbach (DE)
Erfinder: Deller, Klaus, Dr.
Friedhofstrasse 47
D-63512 Hainburg (DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE DK ES FR GB GR IE IT NL PT SE

(54) Aktivierter Metall-Festbettkatalysator nach Raney und Verfahren zu seiner Herstellung.

(57) Die Erfindung betrifft einen geformten, aktivierte Metall-Festbettkatalysator nach Raney. Der Katalysator wird erhalten durch Verformen eines Pulvers wenigstens einer Katalysatorlegierung mit einem Pulver der reinen Katalysatormetalle unter Zusatz von Verformungshilfsstoffen und Porenbildnern und anschließendem Kalzinieren bei Temperaturen unter 850° C. Beim Kalzinieren verbrennen die Verformungshilfsstoffe und Porenbildner. Legierungspulver und Metallpulver sintern dabei zu einem mechanisch stabilen und porösen Formkörper zusammen. Dieser Formkörper besteht somit aus den Partikeln der Katalysatorlegierungen, die durch Pulver der reinen Katalysatormetalle gebunden sind. Er weist keine katalytisch inaktiven, keramischen oder glasartigen Bindemittel auf. Durch Auslaugen des in den Katalysatorlegierungen enthaltenen Aluminiums mit Natronlauge wird der Formkörper in einer oberflächlichen Schale aktiviert.

Die Erfindung betrifft einen geformten und aktivierte Metall-Festbettkatalysator nach Raney. Er ist erhältlich durch Herstellen einer Mischung aus den Pulvern wenigstens einer Katalysatorlegierung und wenigstens eines Bindemittels, wobei die Katalysatorlegierungen jeweils ein katalytisch aktives Katalysatormetall und eine auslaugbare Legierungskomponente enthalten, unter Zugabe von Befeuchtungsmitteln und Zuschlagstoffen wie Verformungshilfsmitteln, Gleitmitteln, Plastifizieren und/oder Porenbildnern, Homogenisieren dieser Mischung und Verformen zu dem gewünschten Formkörper, Kalzinieren des Formkörpers und Aktivieren der so erhaltenen Katalysatorvorstufe durch teilweises oder vollständiges Auslaugen der auslaubaren Legierungskomponente sowie abschließendes Waschen des fertigen Katalysators.

Aktivierte Metall-Katalysatoren sind in der chemischen Technik als Raney-Katalysatoren bekannt. Sie werden überwiegend in Pulverform bei einer Großzahl von Hydrierreaktionen an organischen Verbindungen eingesetzt.

Diese pulverigen Katalysatoren werden aus einer Legierung eines katalytisch aktiven Metalls, im folgenden auch als Katalysatormetall bezeichnet, mit einer in Alkalien löslichen weiteren Legierungskomponente hergestellt. Als Katalysatormetalle kommen hauptsächlich Nickel, Kobalt, Kupfer oder Eisen zum Einsatz.

Für die in Alkalien lösliche Legierungskomponente wird vorwiegend Aluminium eingesetzt, aber auch andere Komponenten sind verwendbar, insbesondere sind auch Zink und Silizium geeignet.

Diese sog. Raney-Legierung wird gemäß dem Verfahren nach Raney zunächst fein vermahlen. Anschließend wird das Aluminium durch Auslaugen mit Alkalien, wie zum Beispiel Natronlauge, ganz oder teilweise entfernt.

Damit wird das Legierungspulver aktiviert. Durch Auslaugen des Aluminiums weist es eine hohe spezifische Oberfläche zwischen 20 und 100 m²/g auf und ist reich an absorbiertem Wasserstoff. Das aktivierte Katalysatorpulver ist pyrophor und wird unter Wasser, organischen Lösungsmitteln oder durch Einbetten in hochsiedende organische Verbindungen gelagert.

Pulverkatalysatoren haben den Nachteil, daß sie nur in Batch-Verfahren eingesetzt werden können und nach der katalytischen Umsetzung durch aufwendige Filtration von den Reaktionsmedien abgetrennt werden müssen. Es sind daher verschiedene Verfahren zur Herstellung von Formkörpern bekannt geworden, die nach Auslaugen des Aluminiums zu aktivierte Metall-Festbettkatalysatoren führen. So sind zum Beispiel grobstückige, d. h. nur grob vermahlene Raney-Legierungen erhältlich, die durch Behandeln mit Natronlauge aktiviert werden können. Das Auslaugen und Aktivieren findet dabei nur in einer oberflächlichen Schale statt, deren Dicke durch die Auslaugbedingungen einstellbar ist.

Hauptnachteil von nach diesem Verfahren hergestellten Katalysatoren ist die schlechte mechanische Stabilität der relativ dünnen aktivierte Außenschicht. Da nur diese Außenschicht des Katalysators auch katalytisch aktiv ist, resultiert hieraus eine schnelle Desaktivierung, die dann bestenfalls durch eine erneute Aktivierung von tieferliegenden Legierungsschichten mit Natronlauge teilweise rückgängig gemacht werden kann.

Das US-Patent 4,826,799 beschreibt die Herstellung von aktivierte Metall-Festbettkatalysatoren nach Raney durch Vermischen eines Pulvers der Legierung aus Katalysatormetall und Aluminium mit einem organischen Polymer und gegebenenfalls einem Verformungshilfsmittel, Verformen dieser Mischung durch Extrusion oder Verpressen zu den gewünschten Formkörpern und Kalzinieren der Formkörper an Luft bei Temperaturen über 850° C. Dies führt durch Verbrennen der organischen Beimengungen zu einer Porenstruktur der Formkörper und zur Bildung von α -Aluminiumoxid, welches als keramisches Bindemittel zwischen den Legierungspartikeln wirkt und den Formkörpern die gewünschte mechanische Stabilität verleiht. Daran schließt sich die Aktivierung der Formkörper durch Auslaugen des restlichen, während des Kalzinierens nicht oxidierten, Aluminiums an.

Entscheidendes Merkmal dieses Verfahrens ist die Bildung von α -Aluminiumoxid zwischen den Legierungspartikeln als keramischer Binder. α -Aluminiumoxid ist im Gegensatz zu γ -Aluminiumoxid und Aluminium selbst nicht in Alkalien löslich und wird deshalb beim Aktivieren des Formkörpers mit Natronlauge nicht herausgelöst. Ein Fortschritt im Vergleich zu den Festbettkatalysatoren in Form grobstückiger Legierung ist die Bildung eines Poresystems durch Verbrennen der organischen Hilfsstoffe. Das Poresystem im fertigen Katalysator ermöglicht die Diffusion von Eduktmolekülen in den Katalysator hinein und von Produktmolekülen aus dem Katalysator hinaus.

Die gemäß USP 4,826,799 hergestellten Katalysatoren weisen jedoch auch gravierende Nachteile auf. Zur Bildung von α -Aluminiumoxid müssen die Formkörper oberhalb von 850° C kalziniert werden. Unterhalb von 850° C bildet sich nämlich kein α -Aluminiumoxid, sondern nur das in Alkalien lösliche γ -Aluminiumoxid. Die hohen Kalzinierungstemperaturen führen zu einem hohen Energieverbrauch.

Das als Bindemittel verwendete α -Aluminiumoxid ist katalytisch inaktiv und mindert somit die Katalysatoraktivität. Während des Kalzinierens bildet sich auf der Oberfläche der Legierungspartikel eine mehr oder

weniger geschlossene Schicht aus diesem inaktiven, in Alkalien unlöslichen, Material. Dadurch wird die Aktivierung der Legierung erschwert. Im fertigen Katalysator stellt diese Schicht eine Diffusionsbarriere für die Eduktmoleküle dar, was weitere Aktivitätseinbußen zur Folge hat.

Von modernen Katalysatorsystemen wird zum Schutze der Umwelt eine leichte Wiederaufarbeitbarkeit gefordert. Die Aufarbeitung der keramisch gebundenen Metall-Festbettkatalysatoren ist jedoch wegen des unlöslichen keramischen Bindemittels schwierig.

I. Nakabajasi (Katal. Reakts. Zhidk, Faze 280-3 from: Ref. Zh., Khim. 1973, Abstr. No. 6B1100 (Russ) 1972) beschreibt die Bindung von pulverförmigen Katalysatorlegierungen mit bei hoher Temperatur schmelzenden, pulverförmigen, alkali- und säurefesten Glasfritten. Nach dem Kalzinationsvorgang wird das 10 Aluminium wie üblich durch Auslaugen mit Alkalien aus der Katalysatorvorstufe herausgelöst.

Hierbei sind die gesinterten Glasfrittenteilchen zwischen den Legierungspartikeln für die mechanische Stabilität des Katalysators verantwortlich. Bei Zugabe eines geringen Anteils von Glaspulver besteht während der Auslaugung die Gefahr, daß sich die Formkörper auflösen. Bei Zugabe von hohen Glaspulveranteilen sind jedoch die in der gesinterten Glasmatrix eingebetteten Legierungspartikel nicht mehr aktivierbar. Hier liegt dann eine ähnlich massive Diffusionsbarriere vor wie bereits beschrieben. Außerdem liegen die für das Sintern der Glasfrittenanteile benötigten Temperaturen stets über 850 ° C.

Die Verwendung von niedrig schmelzenden Glasfritten (also mit einem Schmelzpunkt unter 850 ° C) ist nicht möglich, weil solche Glasfritten im allgemeinen gegen Laugen nicht chemisch stabil sind und somit beim Aktivierungsschritt aufgelöst werden.

Das japanische Patent JP 500 99987 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Metall-Festbettkatalysatoren auf der Basis von Nickel-, Kobalt- oder Kupfer-Katalysatoren. Hierbei wird der eigentliche Nickel-, Kobalt- oder Kupfer-Katalysator zunächst mit bis zu 30 Gew.-% einer pulverigen Metall-Aluminium-Legierung vermischt. Diese Mischung wird dann zu geeigneten Formkörpern verformt und mit Wasserdampf bei erhöhter Temperatur behandelt. Hierbei entsteht γ -Al₂O₃, das bei diesem Katalysator als 25 Bindemittel fungiert.

Eine sinngemäße Übertragung dieses Verfahrens zur Herstellung von aktivierte Metall-Festbettkatalysatoren nach Raney ist jedoch wie bereits erwähnt nicht möglich, da spätestens beim Aktivierungsvorgang mit Natronlauge, ohne den ein Katalysator nach Raney nicht präpariert werden kann, das Bindemittel γ -Al₂O₃ aufgelöst würde.

Das im Patent JP 500 99987 dargelegte Verfahren ist also ungeeignet zur Herstellung von verformten und aktivierte Metallkatalysatoren nach Raney.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, geformte, aktivierte Metall-Festbettkatalysatoren nach Raney anzugeben, die die geschilderten Nachteile, wie hoher Energieverbrauch beim Kalzinieren, Verminderung der Katalysatoraktivität durch katalytisch inaktive, die Diffusion hemmende, Bindemittel und 35 schlechte Wiederaufarbeitbarkeit der verbrauchten Katalysatoren, vermeiden. Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist das Herstellverfahren für die geformten Katalysatoren.

Die Aufgabe wird gelöst durch einen geformten, aktivierte Metall-Festbettkatalysator nach Raney; erhältlich durch Herstellen einer Mischung aus den Pulvern wenigstens einer Katalysatorlegierung und wenigstens eines Bindemittels, wobei die Katalysatorlegierungen jeweils mindestens ein katalytisch aktives 40 Katalysatormetall und gegebenenfalls Promotoren und eine auslaugbare Legierungskomponente enthalten, unter Zugabe von Befeuchtungsmitteln und Zuschlagstoffen wie Verformungshilfsmitteln, Gleitmitteln, Plastifizierern und/oder Porenbildnern, Homogenisieren dieser Mischung und Verformen zu dem gewünschten Formkörper, Kalzinieren des Formkörpers und Aktivieren der so erhaltenen Katalysatorvorstufe durch teilweises oder vollständiges Auslaugen der auslaugbaren Legierungskomponente sowie abschließendes 45 Waschen des fertigen Katalysators.

Der Katalysator ist dadurch gekennzeichnet, daß als Bindemittel ein oder mehrere reine Katalysatormetalle verwendet werden und daß das Kalzinieren des Formkörpers bei Temperaturen unter 850 ° C durchgeführt wird.

Als Katalysatormetalle werden bevorzugt Nickel, Kobalt, Kupfer oder Eisen und als auslaugbare 50 Legierungskomponente Aluminium, Zink oder Silizium eingesetzt. Das Gewichtsverhältnis zwischen Katalysatormetall und der auslaugbaren Legierungskomponente in der Katalysatorlegierung liegt, wie bei Raney-Legierungen üblich, im Bereich zwischen 30 : 70 und 70 : 30. Die als Bindemittel verwendeten Katalysatormetalle müssen im konkreten Anwendungsfall nicht mit den in der Katalysatorlegierung vorliegenden Katalysatormetallen übereinstimmen. Vielmehr eröffnet gerade die Möglichkeit, in der Katalysatorlegierung 55 und als Bindemittel verschiedene Katalysatormetalle miteinander zu kombinieren, einen weiteren wichtigen Freiheitsgrad bei der Abstimmung der katalytischen Eigenschaften auf den jeweiligen katalytischen Prozeß.

Katalysatorlegierung und Binder werden in Form von Pulvern unter Zusatz von Befeuchtungsmitteln und Zuschlagstoffen wie Verformungshilfsmitteln, Gleitmitteln, Plastifizierern und gegebenenfalls Porenbildnern

- zu einer verformbaren Masse verarbeitet. Als Gleitmittel, Plastifizierer und Porenbildner können alle hierfür üblichen Materialien eingesetzt werden. In den US-Patentschriften 4,826,799, US 3,404,551 und US 3,351,495 wird eine Vielzahl geeigneter Materialien genannt. Bevorzugt werden Wachse, wie zum Beispiel Wachs C Mikropulver PM von Hoechst AG, Fette wie Magnesium- oder Aluminiumstearate oder Kohlenhydrate enthaltende Polymere wie Tylose (Methylcellulose) eingesetzt.
- Die Feststoffe der Mischung werden unter Zugabe eines Befeuchtungsmittels sorgfältig in geeigneten Mischern oder Knetern homogenisiert. Als Befeuchtungsmittel sind Wasser, Alkohole, Glykole, Polyetherglykole oder deren Mischungen geeignet.
- Beim Homogenisieren werden die Primär-Kornspektren der eingesetzten Pulver aus Katalysatorlegierung und Binder im wesentlichen nicht geändert. Es findet also keine Vermahlung statt.
- Ziel dieser Vorbehandlung ist die Vorbereitung der Mischung für das nachfolgende Formgebungsverfahren. Anwendbar sind beispielsweise die Extrusion, Tablettierung und Kompaktierung.
- Art und Reihenfolge der Einbringung der Zuschlagstoffe hängen von dem anzuwendenden Formgebungsverfahren ab. So erfordert die Extrusion eine plastische Masse bestimmter Viskosität, während für die Tablettierung ein rieselfähiges und leicht dosierbares Material notwendig ist. Die hierfür anzuwendenden Techniken wie zum Beispiel eine Agglomeration zur Bildung eines rieselfähigen Pulvers oder die Einstellung der richtigen Viskosität für die Extrusion werden vom Fachmann routinemäßig eingesetzt. Wichtig ist nur, daß durch die Vorbehandlung die Primärteilchengrößen von Legierungspulver und Bindemittelpulver im wesentlichen nicht verändert werden.
- Als Formkörper kommen alle in der Katalysatortechnik üblichen Formen in Betracht. Es können beispielsweise je nach Erfordernis des Anwendungsfalles Kugeln, Ringe, Speichenringe oder Tabletten hergestellt werden.
- Die fertigen Formkörper werden gegebenenfalls bis zur Gewichtskonstanz bei Temperaturen zwischen 80 und 120° C getrocknet und anschließend bei Temperaturen unterhalb von 850° C, bevorzugt zwischen 500 und 700° C, an Luft in kontinuierlich oder diskontinuierlich arbeitenden Öfen wie Drehrohröfen oder stationären Öfen kalziniert. Dabei verbrennen die organischen Zuschlagstoffe und lassen ein entsprechendes Poresystem zurück.
- Porenstruktur und Porenvolumen der Katalysatoren können durch geeignete Wahl der porenbildenden Zuschlagstoffe in weiten Bereichen variiert werden. Die endgültig sich ausbildende Porenstruktur und das Porenvolumen werden auch durch die Korngrößen der eingesetzten Pulver der Katalysatorlegierung und des Bindemittels beeinflußt.
- Durch entsprechende Wahl der genannten Parameter kann die Struktur der Formkörper an die Erfordernisse des jeweiligen katalytischen Prozesses angepaßt werden.
- Beim Kalzinieren der Formkörper sintern Legierungspulver und Bindemittelpulver zusammen und verleihen den Formkörpern eine hohe mechanische Stabilität und gute Abriebfestigkeit. Typischerweise liegt die Härte von zylinderförmigen Tabletten nach dem Kalzinieren bei Werten zwischen 200 und 300 N (radial gemessen nach ASTM D 4179-82).
- Nach dem Kalzinieren werden die Formkörper durch Auslaugen des Aluminiums mit Hilfe von Natronlauge aktiviert. Hierzu kann eine auf 80° C erwärmte 20 %ige Natronlauge verwendet werden. Eine Behandlungsdauer von 2 Stunden führt dabei zu einer aktiven Schale von etwa 0,1 bis 1,0 mm Dicke. Überraschenderweise hat sich dabei gezeigt, daß sich die Härte durch das Auslaugen noch leicht erhöht, im Falle von Tabletten auf Werte von über 300 N.
- Diese Eigenschaften hängen eng mit den als Bindemittel verwendeten reinen Katalysatormetallen zusammen, die sich beim Auslaugen nicht auflösen und somit stabile Verbindungen zwischen den einzelnen Legierungspartikeln bilden. Das Zusammensintern des Legierungspulvers ohne Zusatz des metallischen Bindemittels führt dagegen zu Formkörpern, die sich beim Auslaugen teilweise auflösen und nur eine geringe Abriebfestigkeit der aktivierte Schale aufweisen.
- Der erfundungsgemäße Festbettkatalysator besteht also aus den Pulverteilchen der Katalysatorlegierung, die durch Versintern mit einem Pulver der Katalysatormetalle selbst gebunden sind. Er enthält keinerlei katalytisch inaktives Bindemittel wie die aus dem Stand der Technik bekannten Festbettkatalysatoren.
- Die als Bindemittel verwendeten Katalysatormetalle tragen zur katalytischen Aktivität bei. Durch das Beschränken der Kalzinierungstemperatur auf Werte unter 850° C wird die Bildung von α -Aluminiumoxid, wie Röntgenbeugungsanalysen des kalzinierten Materials ergeben, unterbunden. Eventuell sich bildendes γ -Aluminiumoxid wird beim Aktivieren des Katalysators mit Natronlauge aus dem Katalysatorkörper herausgelöst.
- Das Fehlen von α -Aluminiumoxid im Katalysatorkörper macht sich beim Aktivieren deutlich bemerkbar. Während die erfundungsgemäßen Katalysatoren sich bei recht milden Bedingungen (20 %ige NaOH, 80° C) innerhalb von nur 2 Stunden aktivieren lassen, muß die Laugentemperatur beim Aktivieren von mit α -

Aluminiumoxid gebundenen Katalysatoren (nach USP 4,826,799) angehoben und die Aktivierungsdauer verlängert werden, um eine gleich dicke, aktive Schale zu erhalten.

Für die Herstellung des erfindungsgemäßen Katalysators können die mittleren Korngrößen des Legierungspulvers und des als Bindemittel verwendeten Metallpulvers und auch das Gewichtsverhältnis von 5 Legierungspulver zu Metallpulver in weiten Grenzen variiert werden. Da zwar das Metallpulver auch zur katalytischen Aktivität beiträgt, aber nicht durch Auslaugen von Aluminium aktiviert werden kann, ist sein möglicher Beitrag zur katalytischen Aktivität begrenzt. Deshalb sollte sein Anteil am Katalysator möglichst klein gehalten werden.

Bewährt haben sich Gewichtsverhältnisse zwischen dem Legierungspulver und dem Metallpulver im 10 Bereich von 100 : 20 bis 100 : 0,5. Ebenso hat sich gezeigt, daß die Korngröße des Metallpulvers kleiner sein sollte als die Korngröße des Legierungspulvers. Die Teilchen des Metallpulvers können dann als kleine Brücken zwischen den größeren Legierungspartikeln verstanden werden. Es wurde gefunden, daß die Härte der fertigen Katalysatorkörper mit abnehmender Korngröße des Metallpulvers in gewissen Grenzen zunimmt.

15 Günstige Aktivitätswerte werden erhalten, wenn das Legierungspulver mittlere Korngrößen zwischen 10 und 500 µm aufweist.

Die erfindungsgemäßen Katalysatoren können zur Beeinflussung ihrer katalytischen Eigenschaften noch mit anderen Metallen dotiert sein. Ziel einer solchen Dotierung ist zum Beispiel die Verbesserung der Selektivität in einer bestimmten Reaktion. Die Dotierungsmetalle werden häufig auch als Promotoren 20 bezeichnet. Dotierung bzw. Promotierung von Raney-Katalysatoren werden zum Beispiel in USP 4,153,578, DE-AS 21 01 856, DE-OS 21 00 373 und DE-AS 20 53 799 beschrieben. Geeignete Promotoren sind Chrom, Eisen, Kobalt, Tantal, Titan und/oder Molybdän sowie auch die Metalle der Platingruppe. Zweckmäßigerverweise werden sie schon als Legierungsbestandteil der Katalysatorlegierung zugefügt. Typischerweise beträgt ihr Anteil an der Katalysatorlegierung bis zu 15 Gew.-%.

25 Im Falle der Dotierung mit Molybdän ist es zweckmäßig, die Dotierung erst nach dem Aktivieren des Katalysators vorzunehmen. Dazu wird der fertige Katalysator in eine Molybdatlösung von erhöhter Temperatur, z. B. bei 80° C, eingebracht. Abhängig von der Länge der Behandlungsdauer wird eine bestimmte Menge der Molybdänverbindung vom Katalysator adsorbiert.

Obwohl die vorliegende Erfindung es erlaubt, Metall-Festbettkatalysatoren mit in weiten Bereichen 30 variierenden Parametern herzustellen und sie somit den jeweiligen Anwendungserfordernissen anzupassen, sind in der folgenden Tabelle Parameterbereiche für bevorzugte Ausführungsformen angegeben.

Tabelle 1

Parameterbereiche für bevorzugte Metall-Festbettkatalysatoren in Tablettenform (Ø 3 mm; Höhe 5,2 mm)		
	vor Aktivierung	nach Aktivierung
aktivierte Schalendicke [mm]	-	0,05 - 1
BET-Oberfläche [m²/g] nach DIN 66132	< 1	1 - 30
Porenvolumen [ml/g] als Wasseraufnahme gemäß Degussa-Methode P204	-	0,03 - 0,06
Härte [N] nach ASTM D 4179-82 (radial)	200 - 300	> 300
Katalysatormetall [Gew.-%]	56 62	62 - 70
Aluminium [Gew.-%]	38 - 44	30 - 38
$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ [Gew.-%]	-	-
$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ [Gew.-%]	-	-

Das Porenvolumen der aktivierten Katalysatoren setzt sich im wesentlichen aus Makroporen zusammen (Ø > 50 nm). Das Makroporenvolumen wird gewöhnlich durch Quecksilberintrusion bestimmt. Im Falle der aktivierten Metall-Festbett-Katalysatoren ist dieses Verfahren wegen Amalgambildung nicht anwendbar. Das in Tabelle 1 angegebene Porenvolumen wurde daher nach Deaktivierung der Katalysatoren mittels Wasserstoffperoxid als Wasseraufnahmevermogen gemäß einer standard Degussa-Methode P 204 ermittelt.

Bei der BET-Oberfläche in Tabelle 1 handelt es sich um die mittels Stickstoffadsorptionsisotherme nach Brunauer, Emmett und Teller ermittelte spezifische Oberfläche der fertigen Katalysatorformkörper. Zur BET-

Oberfläche trägt dabei im wesentlichen nur die aktivierte Schale der Tabletten von 0,05 bis 1 mm Dicke bei. Die angegebene Oberfläche ist dagegen auf die Gesamtmasse der Tabletten bezogen, die auch die Masse des nichtaktivierten, d. h. niedrigoberflächigen Kerns der Tabletten einschließt.

- 5 Für die wirtschaftliche Nutzung der Erfindung sind die nach dem Kalzinieren resultierenden Katalysatorvorstufen ebenfalls von großer Bedeutung. Sie sind noch nicht pyrophor und können daher ohne Schwierigkeiten gehandhabt und transportiert werden. Die Aktivierung kann dann vom Anwender kurz vor Gebrauch vorgenommen werden. Eine Lagerung unter Wasser oder organischen Lösungsmitteln oder die Einbettung in organischen Verbindungen ist für die Katalysatorvorstufen nicht erforderlich.

- 10 Gegenüber den fertigen Katalysatoren handelt es sich bei den Katalysatorvorstufen um Körper mit homogener Zusammensetzung aus einer innigen Mischung von Partikeln der Katalysatorlegierung und des Bindemittel wirkenden Katalysatormetalles, die zu einem mechanisch stabilen und porösen Formkörper versintert sind. Seine Dichte liegt je nach Zusammensetzung der Katalysatorlegierung und abhängig vom Porenvolumen zwischen 1,3 und 5,5 g/cm³. Vorteilhaft sind Porenvolumina bis 0,5 cm³/g. Da die Katalysatorvorstufen noch nicht aktiviert sind, beträgt ihre spezifische Oberfläche weniger als 1 m²/g. Das Gewichtsverhältnis der in der Katalysatorvorstufe insgesamt vorhandenen Katalysatormetalle (aus Katalysatorlegierung plus Bindemittel) zu der auslaugbaren Legierungskomponente liegt zwischen 30 : 70 und 75 :
- 15

- Die Katalysatorvorstufe besteht zu über 99 Gew.-% aus der Katalysatorlegierung und dem als Bindemittel wirkenden Katalysatormetall. Beim Kalzinieren der Vorstufe bei Temperaturen unter 850 °C können sich 20 geringfügige Anteile von oberflächlichen Oxiden bilden, die jedoch bei der Laugenaktivierung entfernt werden und daher auf die späteren katalytischen Eigenschaften keinen Einfluß haben.

Es wurden verschiedene erfindungsgemäße Katalysatoren hergestellt und mit Vergleichskatalysatoren aus dem Stand der Technik bezüglich ihrer katalytischen Aktivität bei der Nitrobenzolhydrierung zu Anilin verglichen.

- 25 Für die Herstellung wurden folgende Ausgangsmaterialien eingesetzt:

Legierungspulver:

30

• Ni/Al-Legierung 53/47 (Gewichtsverhältnis Nickel/Aluminium), volumenbezogener mittlerer Korndurchmesser:	$d_{50} = 65 \mu\text{m}$
• Cu/Al-Legierung 50/50	$d_{50} = 54 \mu\text{m}$
• Co/Al-Legierung 50/50	$d_{50} = 60 \mu\text{m}$
• Fe/Al-Legierung 50/50	$d_{50} = 57 \mu\text{m}$

35

Dotierte Legierungspulver

40

• Ni/Cr/Fe/Al-Legierung	47,4/1,5/1,1/50	$d_{50} = 57 \mu\text{m}$
• Ni/Ta/Al-Legierung	49 / 1 / 50	$d_{50} = 65 \mu\text{m}$
• Ni/Co/Al-Legierung	45 / 5 / 50	$d_{50} = 65 \mu\text{m}$
• Ni/Ti/Al-Legierung	48 / 2 / 50	$d_{50} = 65 \mu\text{m}$

50

55

Molybdän-Lösung für nachträgliche Dotierung

- 4,2 %ige Na-Molybdatlösung

5

Bindemittel

10

• Ni-Pulver (> 99 % Nickel)	$d_{50} = 21 \mu\text{m}$
• Cu-Pulver	$d_{50} = 23 \mu\text{m}$
• Co-Pulver	$d_{50} = 20 \mu\text{m}$
• Fe-Pulver	$d_{50} = 8 \mu\text{m}$
• NiO-Pulver	$d_{50} = 21 \mu\text{m}$

15

Zuschlagstoffe (Gleitmittel, Porenbildner)

- Wachspulver (Ethylenbisstearoylamid) $\phi = 15 \mu\text{m}$
- Aerosil 300 (pyrogene Kieselsäure)
- Befeuchtungsmittel: Wasser

Aus Legierungspulver, Bindemittel und Zuschlagstoffen wurde jeweils eine leicht rieselfähige, tablettierbare Katalysatormischung hergestellt. Hierzu wurde zunächst eine Mischung von Legierungspulver und Bindemittel unter Zugabe von Wasser in einem Mischer sorgfältig homogenisiert und nach einer Zwischen-trocknung mit dem Wachspulver und gegebenenfalls der Kieselsäure gemischt.

Die folgenden Tabellen 2 bis 4 enthalten Angaben zur Zusammensetzung der Katalysatormischungen vor der Tablettierung (Tabelle 2), zu den Kalzinierbedingungen (Tabelle 3) und zu den Aktivierungsbedingungen (Tabelle 4). Die erfindungsgemäßen Beispiele sind in den Tabellen mit "B" und die Vergleichsbeispiele mit "VB" gekennzeichnet.

30 Aus den Katalysatormischungen nach Tabelle 2 wurden Tabletten mit einem Durchmesser von 3 mm und einer Höhe von 5,2 mm gepreßt. Die Tabletten wurden nach dem Kalzinieren in 20 %iger Natronlauge aktiviert.

35

40

45

50

55

Tabelle 2

Zusammensetzung der Katalysatormischungen vor der Verformung			
Nr.	Legierung jeweils 1000 g	Binder	Zuschlagstoffe
5	B1 Ni/Al	150 g Ni	25 g Wachspulver
10	B2 Cu/Al	150 g Cu	25 g Wachspulver
15	B3 Co/Al	150 g Co	25 g Wachspulver
20	B4 Fe/Al	150 g Fe	25 g Wachspulver
25	B5 Ni/Al	150 g Ni	25 g Wachspulver
30	B6 Ni/Al	100 g Ni	25 g Wachspulver
	B7 Ni/Al	50 g Fe	25 g Wachspulver
	B8 Ni/Al	70 g Ni + 70 g Fe	25 g Wachspulver
	B9 Ni/Cr/Fe/Al	150 g Ni	25 g Wachspulver
	B10 Ni/Ta/Al	150 g Ni	25 g Wachspulver
	B11 Ni/Co/Al	150 g Ni	25 g Wachspulver
	B12 Ni/Ti/Al	150 g Ni	25 g Wachspulver
	B13 Ni/Al	150 g Ni	25 g Wachspulver
	VB1 Ni/Al	150 g NiO	25 g Wachspulver
	VB2 Ni/Al		50 g Wachspulver + 50 g Aerosil
	VB3 Ni/Al		25 g Wachspulver

Die Katalysatormischungen der Beispiele B1 bis B6 ergaben aktivierte Metall-Festbettkatalysatoren, bei denen das als Bindemittel verwendete Katalysatormetall identisch war mit dem katalytisch aktiven Metall in der Katalysatorlegierung. Die Katalysatormischung B5 ist identisch mit der von B1. Die Formkörper von Beispiel B5 wurden jedoch doppelt so lange aktiviert (siehe Tabelle 4), um eine größere Schalendicke zu erzeugen.

In den Beispielen B7 und B8 wurden Katalysatoren hergestellt, bei denen das als Bindemittel verwendete Metall sich vom katalytisch aktiven Metall in der Legierung unterschied. In Beispiel B8 wurden sogar zwei verschiedene Metallpulver als Bindemittel eingesetzt.

Bei den Beispielen B9 bis B12 handelt es sich um Katalysatormischungen, bei denen die Katalysatorlegierung noch mit Cr, Fe, Ta, Co oder Ti dotiert war. Aus der Katalysatormischung von B13 wurden Katalysatoren hergestellt, die nach dem Aktivieren durch 90 minütige Behandlung mit einer 4,2 % Natrium-Molybdatlösung von 80 °C mit Molybdän dotiert wurden.

In Vergleichsbeispiel VB1 wurde ein oxidisches Material (NiO) als Bindemittel verwendet.

Der Masse von VB3 wurde kein Bindemittel zugegeben, vielmehr sollte sich durch Kalzinieren bei 900 °C α -Aluminiumoxid als keramischer Binder bilden.

Tabelle 3

Kalzinierbedingungen				
Nr.	Temperatur [°C]	Dauer [min]	Härte nach Kalzinierung [N]	
5	B1	700	120	280
	B2	500	360	> 300
10	B3	700	120	236
	B4	700	120	300
	B5	700	120	280
	B6	800	120	> 320
15	B7	700	120	> 300
	B8	700	120	300
	B9	700	120	> 300
20	B10	700	120	300
	B11	700	120	> 300
	B12	700	120	> 300
	B13	700	120	280
	VB1	700	120	25
	VB2	700	120	18
	VB3	900	120	> 300

25

Tabelle 4

Aktivierung in 20 %iger NaOH				
Nr.	Temperatur [°C]	Dauer [min]	Schalendicke [mm]	Härte nach Aktivierung [N]
30	B1	80	120	0,3
	B2	80	120	0,3
	B3	80	120	0,3
	B4	80	120	0,2
35	B5	80	240	0,45
	B6	80	120	0,3
	B7	80	120	0,3
	B8	80	120	0,3
40	B9	80	120	0,3
	B10	80	120	0,3
	B11	80	120	0,3
	B12	80	120	0,3
45	B13	80	120	0,3
	VB1	80	120	Schicht nicht abriebfest Tabletten zerfallen
	VB2	80	120	
	VB3	100	240	0,3
				> 300

- Die Vergleichsbeispiele VB1 und VB2 lieferten nach der Aktivierung keine brauchbaren Katalysatoren.
50 Die Formkörper von VB1 waren nicht abriebfest und die Formkörper von VB2 zerfielen während der Aktivierung.

Die Formkörper von Vergleichsbeispiel 3 ließen sich nur schwer aktivieren. Um wenigstens eine vergleichbare Schalendicke zu erhalten wie bei den erfindungsgemäßen Beispielen, mußte die Laugentemperatur auf 100 ° C erhöht und die Aktivierungsdauer verdoppelt werden. In diesem Verhalten äußert sich die passivierende Wirkung des als Bindemittel bei hohen Kalziniertemperaturen in situ gebildeten keramischen Bindemittels α -Aluminiumoxid.

Alle Katalysatoren wurden nach der Aktivierung mehrfach mit Wasser gewaschen und bis auf die Katalysatoren von Beispiel B4 unter Wasser gelagert. Die Katalysatoren von B4 wurden durch zweimaliges

dekantierendes Waschen mit Isopropanol vom Wasser befreit und unter Isopropanol gelagert, um ein Rosten des Katalysators zu verhindern. Das Schüttgewicht aller Katalysatoren betrug im feuchten Zustand etwa 2 kg/l.

5 Beispiel 14

Die Katalysatoren der Beispiele 1, 3, 7, 9 bis 12 und von Vergleichsbeispiel VB3 wurden bezüglich ihrer katalytischen Aktivität bei der Nitrobenzolhydrierung miteinander verglichen.

Dazu wurden 250 g Nitrobenzol und 250 g Ethanol in einen Rührautoklaven mit Begasungsührer von 1 l Fassungsvermögen eingefüllt. In den Rührautoklaven wurden jeweils 20 g des zu untersuchenden Katalysators mittels eines Katalysatorkorbes so eingehängt, daß die Katalysatorformkörper gut vom Edukt-Lösungsmittelgemisch umspült und mit Wasserstoff begast wurden. Die Hydrierung wurde bei einem Wasserstoffdruck von 40 bar und einer Temperatur von 150° C durchgeführt. Nach jeweils 2, 4 und 5 Stunden Reaktionszeit wurden Proben gezogen und mittels eines Gaschromatografen analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5

Nr.	Hydrierung von Nitrobenzol zu Anilin		
	Umsatz zu Anilin nach		
	2 h	4 h	5 h
B1	17,3 %	40,2 %	46,2 %
B3	16,4 %	32,2 %	47,8 %
B7	14,0 %	50,0 %	59,0 %
B9	24,0 %	57,0 %	77,5 %
B10	18,3 %	46,2 %	58,0 %
B11	26,4 %	58,6 %	71,5 %
B12	21,0 %	47,0 %	58,5 %
VB3	0,9 %	3,2 %	4,0 %

Die Ergebnisse von Tabelle 5 zeigen, daß die erfindungsgemäßen Katalysatoren gegenüber dem Vergleichskatalysator eine wesentlich gesteigerte Aktivität bei der Hydrierung von Nitrobenzol zu Anilin aufweisen. Die geringe Aktivität des Vergleichskatalysators ist vermutlich auf das inerte keramische Bindemittel α -Aluminumoxid zurückzuführen, welches über seinen eigentlichen Gewichtsanteil hinaus einen negativen Einfluß auf die katalytische Aktivität durch Bildung einer Diffusionsbarriere für die Eduktmoleküle hat.

Demgegenüber enthalten die erfindungsgemäß mit katalytisch aktiven Metallen gebundenen Katalysatoren kein inertes Material.

Die vorliegende Erfindung stellt also der Technik aktivierte Metall-Festbettkatalysatoren nach Raney zur Verfügung, die sich auszeichnen durch

- hohe katalytische Aktivität
- hohe Härte
- gute Abriebfestigkeit
- relativ niedrige Temperaturen bei Kalzinierung und Aktivierung und
- gute Wiederaufarbeitbarkeit

und die deshalb mit Vorteil bei der Hydrierung von organischen Verbindungen im Festbett verwendet werden können. Beispielhafte Einsatzgebiete sind die Hydrierung von Nitrogruppen, die Hydrierung von C-C-Doppelbindungen, die Hydrierung von Zuckern und die Hydrierung von aromatischen Ringen.

Patentansprüche

1. Geformter, aktiverter Metall-Festbettkatalysator nach Raney, erhältlich durch Herstellen einer Mischung aus den Pulvern wenigstens einer Katalysatorlegierung und wenigstens eines Bindemittels, wobei die Katalysatorlegierungen jeweils mindestens ein katalytisch aktives Katalysatormetall und gegebenenfalls Promotoren und eine auslaugbare Legierungskomponente enthalten, unter Zugabe von Befeuchtungsmitteln und Zuschlagstoffen wie Verformungshilfsmitteln, Gleitmitteln, Plastifizierern und/oder Porenbild-

- nern, Homogenisieren dieser Mischung und Verformen zu dem gewünschten Formkörper, Kalzinieren des Formkörpers und Aktivieren der so erhaltenen Katalysatorvorstufe durch teilweises oder vollständiges Auslaugen der auslaugbaren Legierungskomponente sowie abschließendes Waschen des fertigen Katalysators **dadurch gekennzeichnet**,
- 5 daß als Bindemittel ein oder mehrere reine Katalysatormetalle verwendet werden und daß das Kalzinieren des Formkörpers bei Temperaturen unter 850 ° C durchgeführt wird.
2. Geformter Katalysator nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß die Katalysatormetalle in den Katalysatorlegierungen ausgewählt sind aus der Gruppe Nickel, Kobalt, Kupfer und Eisen, daß als auslaugbare Legierungskomponente Aluminium, Zink oder Silizium verwendet werden, insbesondere Aluminium, mit einem Gewichtsverhältnis zwischen den Katalysatormetallen und der auslaugbaren Legierungskomponente in den Katalysatorlegierungen von 30 : 70 bis
15 70 : 30 und daß die als Bindemittel wirkenden reinen Katalysatormetalle ebenfalls aus der Gruppe Nickel, Kobalt, Kupfer und Eisen ausgewählt sind.
3. Geformter Katalysator nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Katalysatorlegierungen und die als Bindemittel wirkenden reinen Katalysatormetalle im Gewichtsverhältnis von 100 : 20 bis 100 : 0,5 zueinander stehen.
20
4. Geformter Katalysator nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Partikel der pulverigen Katalysatorlegierungen eine mittlere Korngröße zwischen 10 und 500
25 µm aufweisen und die mittlere Korngröße der als Bindemittel verwendeten pulverigen Katalysatormetalle kleiner ist als die der Katalysatorlegierungen.
5. Geformter Katalysator nach den Ansprüchen 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß die Katalysatorlegierungen noch bis zu 15 Gew.-% bezogen auf das Gewicht der Katalysatorlegierungen mit den Elementen Chrom, Eisen, Kobalt, Tantal und/oder Titan als Promotoren dotiert sind.
6. Geformter Katalysator nach den Ansprüchen 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß er noch mit Molybdän als Promotor dotiert ist.
7. Geformter Katalysator nach den Ansprüchen 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß er eine aktivierte Schale mit einer Dicke von 0,05 bis 1,0 mm, bevorzugt 0,1 bis 0,5 mm, besitzt.
40
8. Geformter Katalysator nach den Ansprüchen 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß er eine Dichte von 1,3 bis 5,5 g/cm³ und ein Porenvolumen von 0,01 bis 0,5 cm³/g aufweist.
- 45 9. Verfahren zur Herstellung eines geformten Metall-Festbettkatalysators nach Raney durch Herstellen einer Mischung aus den Pulvern wenigstens einer Katalysatorlegierung und wenigstens eines Bindemittels, wobei die Katalysatorlegierungen jeweils mindestens ein katalytisch aktives Katalysatormetall und gegebenenfalls Promotoren und eine auslaugbare Legierungskomponente enthalten, unter Zugabe von Befeuchtungsmitteln und Zuschlagstoffen wie Verformungsmitteln, Gleitmitteln, Plastifizierern und/oder
50 Porenbildnern, Homogenisieren dieser Mischung und Verformen zu gewünschten Formkörpern, Kalzinieren der Formkörper und Aktivieren der so erhaltenen Katalysatorvorstufen durch teilweises oder vollständiges Auslaugen der auslaugbaren Legierungskomponente sowie abschließendes Waschen des fertigen Katalysators,
dadurch gekennzeichnet,
55 daß als Bindemittel ein oder mehrere reine Katalysatormetalle verwendet werden und daß das Kalzinieren des Formkörpers bei Temperaturen unter 850 ° C durchgeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Katalysatormetalle in den Katalysatorlegierungen ausgewählt sind aus der Gruppe Nickel, Kobalt, Kupfer und Eisen, daß als auslaugbare Legierungskomponente Aluminium, Zink oder Silizium verwendet werden, insbesondere Aluminium, mit einem Gewichtsverhältnis zwischen den Katalysatormetallen und der auslaugbaren Legierungskomponente in den Katalysatorlegierungen von 30 : 70 bis 5 70 : 30 und daß die als Bindemittel wirkenden reinen Katalysatormetalle ebenfalls aus der Gruppe Nickel, Kobalt, Kupfer und Eisen ausgewählt sind.
- 10 11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Katalysatorlegierungen und die als Bindemittel wirkenden reinen Katalysatormetalle im Gewichtsverhältnis von 100 : 20 bis 100 : 0,5 zueinander stehen.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Partikel der pulverigen Katalysatorlegierungen eine mittlere Korngröße zwischen 10 und 500 μm aufweisen und die mittlere Korngröße der als Bindemittel verwendeten pulverigen Katalysatormetalle kleiner ist als die der Katalysatorlegierungen.
- 20 13. Verfahren nach den Ansprüchen 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
 daß das Auslaugen der Legierungskomponente so lange fortgeführt wird, bis die ausgelaugte und damit aktivierte Schale eine Dicke von 0,05 bis 1,0 mm, bevorzugt 0,1 bis 0,5 mm, besitzt.
- 25 14. Verfahren nach den Ansprüchen 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Katalysatorlegierungen noch bis zu 15 Gew.-% bezogen auf das Gewicht der Katalysatorlegierungen mit den Elementen Chrom, Eisen, Kobalt, Tantal und/oder Titan als Promotoren dotiert sind.
- 30 15. Verfahren nach den Ansprüchen 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Katalysatoren nach dem Aktivieren durch Einbringen in eine Molybdatlösung bei erhöhter Temperatur mit Molybdän als Promotor dotiert werden.
- 35 16. Verwendung des geformten Katalysators nach den Ansprüchen 1 bis 8 für die Hydrierung organischer Verbindungen im Festbett.
- 40 17. Katalysatorvorstufe für einen aktivierten Metall-Festbettkatalysator nach Raney,
dadurch gekennzeichnet,
 daß er eine innige Mischung aus den Pulvern wenigstens einer Katalysatorlegierung und wenigstens eines katalytisch aktiven Katalysatormetalls als Bindemittel enthält, wobei die Katalysatorlegierungen jeweils mindestens ebenfalls ein Katalysatormetall und gegebenenfalls Promotoren sowie eine auslaugbare Legierungskomponente enthalten, daß die Partikel der Katalysatorlegierungen und der Katalysatormetalle zu einem mechanisch stabilen Formkörper versintert sind, der eine Dichte von 1,3 bis 5,5 g/cm^3 , ein Porenvolumen bis 0,5 cm^3/g sowie eine BET-Oberfläche von unter 1 m^2/g aufweist und daß das Gewichtsverhältnis zwischen den im Formkörper enthaltenen Katalysatormetallen und der auslaugbaren Legierungskomponente zwischen 30 : 70 und 75 : 25 beträgt.
- 45 50 18. Katalysatorvorstufe nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Katalysatormetalle in den Katalysatorlegierungen ausgewählt sind aus der Gruppe Nickel, Kobalt, Kupfer und Eisen, daß als auslaugbare Legierungskomponente Aluminium, Zink oder Silizium verwendet werden, insbesondere Aluminium, mit einem Gewichtsverhältnis zwischen den Katalysatormetallen und der auslaugbaren Legierungskomponente in den Katalysatorlegierungen von 30 : 70 bis 70 : 30 und daß die als Bindemittel wirkenden reinen Katalysatormetalle ebenfalls aus der Gruppe Nickel, Kobalt, Kupfer und Eisen ausgewählt sind.

19. Katalysatorvorstufe nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß die mittleren Korngrößen der Partikel der Katalysatorlegierungen zwischen 10 und 500 µm liegen
und die mittleren Korngrößen der Katalysatormetalle kleiner als die mittleren Korngrößen der Katalysatorlegierungen sind und daß das Gewichtsverhältnis zwischen den Katalysatorlegierungen und den Katalysatormetallen zwischen 100 : 20 bis 100 : 0,5 beträgt.
20. Katalysatorvorstufe nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Katalysatorlegierungen noch bis zu 15 Gew.-% bezogen auf das Gewicht der Katalysatorlegierungen mit den Elementen Chrom, Eisen, Kobalt, Tantal und/oder Titan als Promotoren dotiert sind.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 11 3926

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE													
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieb Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)										
Y	US-A-3 558 365 (J. C. DUDDY) * Anspruch 1 *	1,9,17	B01J25/00 B01J25/02										
Y	EP-A-0 091 027 (OLIN CORPORATION) * Ansprüche 1,3 *	1,9,17											
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 7704, Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J04, AN 77-06665Y & JP-A-51 143 585 (KAWAKEN FINE CH LTD) 10. Dezember 1976 * Zusammenfassung *												
A	DE-A-28 29 901 (METALLGESELLSCHAFT AG) -----												
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)													
B01J													
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Rechercheort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 33%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>25. Januar 1995</td> <td>Thion, M</td> </tr> </table>				Rechercheort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	25. Januar 1995	Thion, M				
Rechercheort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer											
DEN HAAG	25. Januar 1995	Thion, M											
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td> <td style="width: 33%;">T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td> </tr> <tr> <td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td> <td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td> </tr> <tr> <td>A : technologischer Hintergrund</td> <td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td> </tr> <tr> <td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td> <td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td> </tr> <tr> <td>P : Zwischenliteratur</td> <td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td> </tr> </table>				X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze												
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist												
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument												
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument												
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument												